

CH 568 148



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.²: B 29 F 3/00
B 29 B 1/04



19 CH PATENTSCHRIFT A5 11 568 148

s

- 21 Gesuchsnummer: 2077/74
61 Zusatz zu:
62 Teilgesuch von:
22 Anmeldungsdatum: 14. 2. 1974, 17 h
33 32 31 Priorität: Bundesrepublik Deutschland, 20. 2. 1973 (2308284)

- Patent erteilt: 15. 9. 1975
45 Patentschrift veröffentlicht: 31. 10. 1975

- 54 Titel: **Verfahren zur kontinuierlichen Verarbeitung von Kunststoffen oder Elastomeren**
- 73 Inhaber: Fried. Krupp Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Essen
(Bundesrepublik Deutschland)
- 74 Vertreter: Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich
- 72 Erfinder: Dr. Ing. Oskar Schatz, Harburg-Neu-Leversen (Bundesrepublik Deutschland)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Verarbeitung von Kunststoffen oder Elastomeren.

Bei der Verarbeitung von Gummi und Kunststoffen, zum Beispiel bei der Extrusion, sind in der Regel folgende vier Funktionsstufen zu durchlaufen:

- «Füttern»
- «Einziehen»
- «Aufbereiten»
- «Fördern»

dann anschliessend «Formen».

Bei konventionellen Extrudern sind die Funktionen:

- «Einziehen»
- «Aufbereiten» und
- «Fördern»

in einer Zone kombiniert. Bei modernen Extrudern ist eine Funktionstrennung durchgeführt, und zwar so, dass die Aufbereitung des Materials in einer Zone stattfindet, und dahinter – in Materialflussrichtung gesehen – kommt die Zone, in der das Material zugemessen und in das Werkzeug gefördert wird. Diese letzte Zone wird in der Regel «Metering-Zone» genannt. Die Probleme bei dieser Funktionsfolge sind die, dass die mit der Aufbereitung des Materials verbundene hohe Temperatur schon vorhanden ist, bevor das Material in die Mess- und Förderzone eintritt. Dies ist besonders dann nachteilig, wenn das verarbeitete Material temperatur-empfindlich ist, wie z. B. vernetztes Polyäthylen oder geschwefelte Gummimischungen. Bei allen diesen Materialien spielt die Temperaturverweilzeit eine grosse Rolle, die die Rest-Vulkanisationszeit reduziert. Sie soll in der Regel in der Verarbeitungsmaschine so kurz wie möglich gehalten werden; denn die Temperaturverweilzeit in der Verarbeitungsmaschine reduziert die Verarbeitungsreserven, die beim Formen und Vulkanisieren zur Verfügung stehen. Ein weiterer Nachteil dieser Funktionsfolge ist die Abhängigkeit der Temperatur des Materials beim Einlauf in das Formwerkzeug von der Drehzahl der Maschine, von der Fütterungskonstanz, von der Zähigkeit des einlaufenden Materials und von dem Kühlsystem. Alle diese Faktoren beeinflussen sich gegenseitig; besonders aber wird davon auch die Zumessungsfunktion beeinflusst.

Bei den bekannten Verfahren der genannten Art bereitet es Schwierigkeiten, die einzusetzenden Stoffe über ihren gesamten Querschnitt gleichmässig und gleichbleibend aufzubereiten. Beim Extrudieren von vernetzbaren Stoffen ist es äusserst wichtig, diese Stoffe an einer bestimmten Stelle in der Nähe der Austrittsseite des Extruders auf bestimmte Temperaturen zu bringen und während eines bestimmten Zeitraumes exakt auf dieser Temperatur zu halten. Dabei kommt es wesentlich darauf an, dass diese Bedingungen an allen Stellen des Stoffquerschnittes erzielt werden.

Der Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren aufzuzeigen, bei dem die genannten Anforderungen mit Hilfe einfacher, im wesentlichen mechanischer Massnahmen in vollem Umfang erfüllt werden können.

Die diese Aufgabe lösende erfindungsgemässe Lehre besteht darin, dass bei der Aufbereitung der genannten Stoffe mechanische Kräfte auf diese einwirken, deren Grösse während des laufenden Betriebes unabhängig von einem vorgegebenen Mengenstrom der zu behandelnden Stoffe variierbar ist.

Diese Kräfte, deren Grösse variierbar ist, können durch Relativbewegung von Teilen der die zu behandelnden Stoffe umfassenden Wände erzeugt werden. Die Relativbewegung kann dabei durch Rotation und/oder Oszillation der die zu behandelnden Stoffe umfassenden Wandteile zustandekommen. Die Änderung der Grösse der mechanischen Kräfte kann durch eine entsprechende Änderung der Relativgeschwindigkeit zwischen den die zu behandelnden Stoffe um-

fassenden Wandteilen erfolgen. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die mechanischen Kräfte durch eine Veränderung des Raumes zwischen den sich relativ zueinander bewegenden Wandteilen zu verändern. Es ist vorteilhaft, wenn die auf die zu behandelnden Stoffe einwirkenden mechanischen Kräfte zumindest einen erheblichen Teil der zur Verarbeitung dieser Stoffe erforderlichen Wärmeenergie liefern. Insbesondere ist es möglich, die gesamte aufzuwendende Wärmeenergie durch die auf die zu behandelnden Stoffe einwirkenden mechanischen Kräfte erzeugen zu lassen.

Die Erfindung ist im folgenden zunächst in ihren physikalischen Grundlagen und anschliessend anhand der Zeichnung an Ausführungsbeispielen von Vorrichtungen zur Durchführung des vorliegenden Verfahrens beschrieben.

Das vorliegende Verfahren macht sich den im folgenden beschriebenen bekannten physikalischen Umstand zunutze: Ein elastisches oder plastisches Material, das zwischen Flächen haftet, welche relativ zueinander in Bewegung versetzt werden, wird versuchen, diese Relativbewegung durch Reibungskräfte im Inneren des Materials zwischen den Wänden zu kompensieren. Bei den inneren Reibungskräften handelt es sich dabei um die sogenannten Scherkräfte. Bei homogenem Material und gleichmässiger Wandhaftung wird die Reibungsenergie infolge der sich einstellenden Scherkräfte gleichzeitig und gleichmässig an allen Stellen des zu behandelnden Materials erzeugt. Die Intensität der Energieerzeugung hängt nur von der Grösse der Relativbewegung der sich bewegenden Wände und den viskosen Eigenschaften des zu behandelnden Materials ab. Die im Inneren des zu behandelnden Materials wirkenden Scherkräfte wandeln jeweils einen Grossteil der aufgewendeten mechanischen Energie in Wärmeenergie um. Diese Behandlungszone, in der mit kurzen Verweilzeiten und hoher Scherenergie gearbeitet wird, soll als sogenannte Intensiv-Scher-Zone bezeichnet werden. Bei der Aufbereitung der im Extruder zu behandelnden Stoffe hat dies den grossen Vorteil, dass die Wärmeenergie innerhalb des zu behandelnden Stoffes stets gleichmässig verteilt ist. Bei einer Beheizung des zu behandelnden Stoffes lässt sich diese günstige Wärmeverteilung nicht erreichen, da die Wärme jeweils lokal nur an die Aussenflächen des zu behandelnden Stoffes gelangt und sich erst von dort aus über den gesamten Querschnitt verteilen kann. Dadurch lassen sich, insbesondere bei schlecht wärmeleitenden Stoffen, wie Kunststoffen, Überhitzungen an denjenigen Flächen, an denen von aussen Wärme übertragen wird, niemals ganz vermeiden. Bei der Verarbeitung von vernetzbaren Stoffen wirkt sich dieser Umstand jedoch äusserst nachteilig aus. Denn gerade bei den in jüngster Zeit entwickelten Extrudierverfahren ist man bemüht, bei vernetzenden Stoffen den Anfang der Vernetzungsphase örtlich und zeitlich noch in die Formungszone des Extruders zu legen. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass der vernetzbare Stoff die Formungszone noch in einem Zustand verlässt, insbesondere an der Oberfläche, in dem die eigentliche Vernetzung noch nicht eingesetzt hat, d. h. in eine Verformungszone soll nur die sogenannte Anlaufphase der Vernetzungsreaktion gelegt werden. Voraussetzung für ein solches Vorgehen ist jedoch, dass eine exakte Einhaltung der Temperaturen und Verweilzeiten des zu behandelnden Stoffes innerhalb des Extruders bzw. des nachgeschalteten Formwerkzeuges möglich ist. Bei dem Verfahren nach der Erfindung ist dies der Fall. Durch die Erzielung einer gleichmässigen Temperaturverteilung über den gesamten Querschnitt des zu behandelnden Stoffes kann insbesondere eine vorzeitige Vernetzung des Stoffes an seiner Aussenfläche, wie es bei den mit Erhitzung von aussen arbeitenden Verfahren meist der Fall ist, vermieden werden. Nach dem erfindungsgemässen Verfahren ist es sogar auch möglich, die an die Wände angrenzenden Schichten des zu verarbeitenden

Materials zu kühlen. Eine vorzeitige Vernetzung an der Oberfläche der aus dem Extruder austretenden Stoffe hat nämlich zur Folge, dass die Oberfläche beim Formvorgang bleibende Beschädigungen, wie z. B. Riefen, erfährt.

Bei dem erfindungsgemässen Verfahren werden die zur Aufbereitung erforderlichen Energien unabhängig von der im Extruder geförderten Menge an Stoffen aufgebracht. Die erfindungsgemäss zur Aufbereitung variierbaren mechanischen Kräfte müssen also nicht aktiv an der Förderung der zu behandelnden Stoffe in dem Extruder teilnehmen. Zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens werden daher vorteilhafterweise Extruder eingesetzt, die getrennte Bereiche für die Förderung und die Aufbereitung des zu behandelnden Stoffes aufweisen. In dem Förderbereich erfolgt auch die Fütterung des Extruders sowie die Zumessung der einzubringenden Stoffe. Der dem Förderbereich nachgeschaltete Aufbereitungsbereich liegt im Austrittsbereich des Extruders oder er kann auch in das Formwerkzeug hineinverlegt werden. In beiden Fällen stellt er jedoch praktisch die letzte Funktion des Verarbeitungsprozesses vor der Verformung dar. Im Hinblick darauf, dass die Aufbereitung unabhängig von der in dem Extruder erzielbaren Förderleistung erfolgt, können bei kurzen Verweilzeiten grosse Energiemengen auf die zu behandelnden Stoffe übertragen werden. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass der Aufbereitungsbereich keinen Einfluss auf die Zumessung des zu behandelnden Stoffes hat. Auf diese Weise kann der Aufbereitungsbereich unabhängig von allen anderen Funktionen geregelt werden, d. h. die Temperatur kann sehr exakt auf den gewünschten Sollwert eingestellt und über einen bestimmten Zeitraum aufrechterhalten werden. Durch die Umformung von mechanischer Energie in Wärmeenergie durch Reibungskräfte (Intensiv-Scherung) innerhalb des zu behandelnden Stoffes kann eine exakte zeitliche und örtliche Fixierung des Temperaturanstiegs, speziell des Erreichens der für die Vernetzungsreaktion kritischen Temperatur, erreicht werden.

Bei vernetzbaren Stoffen besteht nämlich ein enger Zusammenhang zwischen Temperaturhöhe und Temperaturverweilzeit einerseits und der dadurch eingeleiteten Reaktionsgeschwindigkeit andererseits. Eine höhere Temperatur kann dabei durch eine kürzere Verweilzeit kompensiert werden. Bei festen geometrischen Beziehungen eines Extruders ist die Verweilzeit dem Mengendurchsatz umgekehrt proportional. Die vom Mengendurchsatz unabhängige Temperaturregelung durch die Umformung von mechanischer in Wärmeenergie mittels innerer Reibung kann deshalb zur Optimierung des durch die Reaktionskinetik bestimmten Verfahrens herangezogen werden. Mit Hilfe der durch innere Reibung in den zu behandelnden Stoffen erzeugten Energie lässt sich ausserdem durch jeweilige Veränderung der Bewegungsenergie der die inneren Reibungskräfte hervorgerufenen bewegten Teile eine augenblickliche Anpassung der Energiezufuhr an Veränderungen des Mengendurchsatzes, wie beispielsweise beim Anfahren des Extruders, erreichen. Insoweit weist das erfindungsgemässe Verfahren auch in dynamischer Hinsicht äusserst gute Eigenschaften auf.

Der Umstand, dass bei dem erfindungsgemässen Verfahren keine Wärme von aussen durch Wärmeübertragung an den zu behandelnden Stoff gebraucht werden muss, hat bei vernetzbaren Stoffen den grossen Vorteil, dass die Gefahr einer Vernetzung bereits innerhalb des Extruders sehr gering gehalten werden kann. Dies wird noch dadurch begünstigt, dass in dem temperaturkritischen Bereich des Extruders, insbesondere in dem nachgeschalteten Formwerkzeug, der zu behandelnde Stoff gekühlt werden kann. Ferner ist auch eine Verfahrensführung möglich, bei der die Aussenfläche des den Extruder bzw. dessen nachgeschaltetes Formwerkzeug be-

reits geformt verlassenden Stoffes auf eine im Vergleich zu den inneren Stoffteilen niedrigere Temperatur zu bringen. Eine im Vergleich zu den übrigen Stoffteilen am Aussenumfang herrschende niedrige Temperatur hat den grossen Vorteil, dass das zu formende Teil bei dem Formvorgang an seiner Aussenfläche nicht beschädigt wird, da dort wegen der relativ niedrigen Temperatur mit Sicherheit noch keine Vernetzung stattgefunden hat.

Die gleichmässige Erwärmung des zu behandelnden Stoffes über dessen gesamten Querschnitt stellt auch sicher, dass nicht mit Rücksicht auf die schlechten Wärmeleiteigenschaften, insbesondere von Kunststoffen und Elastomeren, überschüssige Wärmeenergie zugeführt werden muss, um alle Teile mit Sicherheit auf eine bestimmte Mindesttemperatur bringen zu können.

Die Einhaltung bestimmter Temperaturen und Verweilzeiten ist insbesondere bei der Verarbeitung von vernetzbaren Stoffen wichtig. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren ist es möglich, die Grösse der mechanischen Kräfte, die die Reibungsenergie im Inneren der im Extruder zu behandelnden Stoffe erzeugen, in Abhängigkeit der Temperatur der zu behandelnden Stoffe am Ausgang des Extruders oder eines diesem nachgeschalteten Formwerkzeuges zu regeln. Auf diese Weise kann die Temperatur an der genannten Stelle auf einem vorbestimmten Sollwert gehalten werden. Diese Regelmöglichkeit ist besonders wertvoll für eine exakte Steuerung der Vernetzungsreaktion in der Formgebungsphase.

Die die innere Reibung in den zu behandelnden Stoffen hervorrufoenden mechanischen Kräfte können zusätzlich auch noch in Abhängigkeit des den Extruder durchziehenden Mengenstroms geregelt werden.

Eine vorteilhafte Aufbereitung besteht z. B. darin, dass die den Extruder bzw. das Formwerkzeug als Fertigteile verlassenden Stoffe mit Ausnahme ihrer Oberfläche bereits im wesentlichen vernetzt sind. In zweckmässiger Weise kann das Verfahren auch dahin ausgestaltet werden, dass die zu behandelnden Stoffe bereits innerhalb des Extruders oder des diesem nachgeschalteten Formwerkzeuges im wesentlichen vernetzt sind und dort noch von einem an anderer Stelle erzeugten Mengenstrom unvern timer oder unvern timerbarer Stoffe ummantelt werden und in dieser Form als Fertigteil austreten.

Die erfindungsgemässe Aufbereitung kann in der erfindungsgemässen Vorrichtung erfolgen, die aus einer Welle und einem die Welle in einem Abstand coaxial umgebenden Mantel besteht. Der zu behandelnde Stoff befindet sich zwischen der Welle und dem Mantel. Die an und innerhalb des zu behandelnden Stoffes angreifenden mechanischen Kräfte werden dadurch erzeugt, dass Welle und Mantel sich relativ zueinander bewegen. Das kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Mantel feststeht und die Welle sich dreht oder umgekehrt, indem die Welle feststeht und der die Welle umgebende Mantel sich dreht. Selbstverständlich können sich auch Welle und Mantel jede für sich jedoch relativ zueinander bewegen. Welle und Mantel brauchen auch nicht nur relativ zueinander gerichtete Drehbewegungen auszuführen, sondern sie können sich auch in Längsrichtung oszillierend relativ zueinander bewegen. Selbstverständlich können auch die relativ zueinander ausgeübten Drehbewegungen oszillierend erfolgen.

Bei einer besonders zweckmässigen Ausgestaltung der Erfindung sind Welle und Mantel, zwischen denen die Aufbereitung des zu behandelnden Stoffes erfolgt, jeweils konisch ausgebildet. Bei dieser Ausgestaltung lässt sich bei laufendem Verfahrensbetrieb auch noch das Volumen des zur Aufbereitung zur Verfügung stehenden Raumes variieren. Der für die Aufbereitung zur Verfügung stehende Raum kann auch

dadurch grössenmässig verändert werden, dass in den Behandlungsraum Schieber von aussen eingeführt werden.

Die erfindungsgemässe Art der Aufbereitung ist selbstverständlich nicht nur auf die Anwendung bei Extruderverfahren beschränkt. Das Verfahren kann auch dazu benutzt werden, plastische Massen beispielsweise zu pelletisieren oder zu granulieren. Im übrigen kann das Verfahren auch zum Vorwärmen von plastischen Massen, insbesondere Elastomeren, eingesetzt werden. Ferner können erfindungsgemäss aufbereitete Stoffe auch einem Förderelement, beispielsweise einem Schneckenextruder, zugeführt werden, wobei dieses Förderelement den für die Beschickung eines Formwerkzeuges erforderlichen Druck aufbaut und damit die Förderung des aufbereiteten Materials in das Formwerkzeug übernimmt.

Vorrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens sind beispielsweise in der Zeichnung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 einen Extruder mit einer Förderschnecke im Förderbereich und einer sich in Achsrichtung der Förderschnecke anschliessenden Walze im Aufbereitungsteil,

Fig. 2 den Temperatur-Zeitverlauf in dem Extruder nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Extruder mit konisch ausgebildetem Aufbereitungsraum,

Fig. 4a, b je einen Extruder mit senkrecht zueinander angeordnetem Aufbereitungs- und Förderbereich,

Fig. 5 einen Extruder zur Kabelummantelung,

Fig. 6 einen Extruder, bei dem der zu behandelnde Stoff durch einen stehenden Dorn in den Aufbereitungsbereich gefördert wird,

Fig. 7a und b volumenmässig variierbare Aufbereitungsbereiche eines Extruders.

Fig. 8a, b Vorrichtungen mit einer Scherzone und einem Extruder als Förderelement.

Der in Fig. 1 dargestellte Extruder setzt sich zusammen aus einem üblichen Schneckenextruder 1 zur Fütterung und Zumessung der zu behandelnden Stoffe sowie einem sich daran anschliessenden Aufbereitungsteil 2 zur Aufbereitung dieser Stoffe. Dieser Aufbereitungsteil setzt sich zusammen aus einer zylindrischen Welle 3 und einem diese Welle koaxial ininigem Abstand umschliessenden Mantel 4. Die erfindungsgemässe Aufbereitung der Stoffe erfolgt in dem Ringraum zwischen der Welle 3 und dem Mantel 4. Aus dem Aufbereitungsteil gelangen die Stoffe zur Formgebung durch die Öffnung 5 zu einem nicht dargestellten Formwerkzeug. Der zur Förderung dienende Schneckenextruder 1 kann, da in ihm keine Aufbereitung zu erfolgen hat, wesentlich kürzer sein als in den Fällen, in denen dort gleichzeitig auch die Aufbereitung abschliessend erfolgen muss. Fig. 2 zeigt schematisch den Temperatur-Zeit-Verlauf in einem nach Fig. 1 aufgebauten Extruder. Zu dem Temperaturverlauf sind in der Figur die einzelnen Bereiche: Fördern, Aufbereiten, Formen und Kühlen nach der Formgebung angegeben. Wie der Kurvenverlauf deutlich zeigt, steigt die Temperatur in dem Förderbereich nur ganz allmählich an, erhöht sich dann sprunghaft innerhalb eines relativ sehr kurzen Zeitraumes in dem Aufbereitungsbereich und nimmt dann in dem Formgebungsbereich einen konstanten Wert an, um dann anschliessend im Kühlbereich allmählich abzufallen. Die schematische Darstellung des Temperaturverlaufes zeigt deutlich, dass in dem Aufbereitungsteil die für eine Vernetzung der zu behandelnden Stoffe bzw. die für die Anlaufreaktion der Vernetzung erforderliche Temperatur örtlich und zeitlich genau fixiert werden kann. Der steile Temperaturanstieg im Bereich der Aufbereitung wird durch eine schnelle Drehbewegung der Welle 3, die unabhängig von dem zu fördernden Mengenstrom eingestellt werden kann, bewirkt.

Fig. 3 zeigt einen Extruder, bei dem sich im Aufbereitungsteil 6 eine konisch ausgebildete Welle 7 in einem diese Welle konisch umschliessenden Mantel 8 dreht. Die Welle 7 kann in Achsrichtung verschoben werden, wodurch das Volumen des Aufbereitungsraumes verändert werden kann. Die Wellen 3 und 7 können neben ihrer rotierenden Bewegung gleichzeitig noch in Achsrichtung eine oszillierende Bewegung ausführen. Die Oszillationfrequenz ist dabei so hoch zu wählen, dass beim Ausbringen des Materials keine spürbaren Pulsationen auftreten.

Bei den Extrudern nach Fig. 4a und 4b erfolgt das Fördern der zu behandelnden Stoffe in einem senkrecht zur Extrudierichtung angeordneten Schneckenextruder 9. Die Aufbereitung erfolgt im wesentlichen in einem Ringraum zwischen einer rotierenden Welle 10 und einem die Welle konzentrisch umgebenden Mantel 11. Mit dem gezeigten Extruder sollen Schläuche extrudiert werden. Die Welle 10 dient dabei gleichzeitig als Dorn für den Schlauch.

Fig. 5 zeigt nur den Aufbereitungsteil eines Extruders. Die zu behandelnden Stoffe werden durch die Öffnung 12 an einen stehenden Dorn 13 herangeführt. Diesen Dorn 13 umschliesst ein rotierender Mantel 14. Die Aufbereitung der Stoffe erfolgt in dem Ringraum zwischen dem Dorn 13 und dem Mantel 14. Der in Fig. 5 gezeigte Extruder ist dazu bestimmt, Kabelmaterial zu ummanteln. Derartige Kabel 15 werden durch den Dorn 13 hindurch in den Aufbereitungsteil des Extruders geführt. Das Formwerkzeug ist bei dieser Ausführungsform praktisch Bestandteil des Extruders.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 6 gelangt der zu behandelnde Stoff aus einer Förderschnecke 16 durch das Innere eines feststehenden Dornes 17 in einen konisch sich verengenden kreisringförmigen Aufbereitungsraum 18. Die Ausenwand dieses Aufbereitungsraumes bildet ein rotierender Mantel 19. Diese Extruderform ist zur Herstellung von Schlauchprofilen geeignet.

Die Fig. 7a und 7b zeigen Aufbereitungsräume 20 und 21, deren Volumen durch Schieber 22 bzw. 23 verändert werden können.

PATENTANSPRUCH I

Verfahren zur kontinuierlichen Verarbeitung von Kunststoffen oder Elastomeren, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Aufbereitung der genannten Stoffe mechanische Kräfte auf diese einwirken, deren Grösse während des laufenden Betriebes unabhängig von einem vorgegebenen Mengenstrom der zu behandelnden Stoffe variierbar ist.

UNTERANSPRÜCHE

1. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass es in Extrudiereinrichtungen erfolgt.
2. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die zu behandelnden Stoffe einwirkenden variierbaren Kräfte durch Relativbewegungen von Teilen von die zu behandelnden Stoffe umfassenden Wänden erzeugt werden.
3. Verfahren nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativbewegung durch Rotation und/oder Oszillation der die zu behandelnden Stoffe umfassenden Wandteile erfolgt.
4. Verfahren nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der mechanischen Kräfte durch Änderung der Relativgeschwindigkeit zwischen den die zu behandelnden Stoffe umfassenden Wandteilen verändert wird.
5. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanischen Kräfte durch eine Veränderung des Raumes zwischen sich relativ zueinander bewegenden Wandteilen verändert werden.
6. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass die auf die zu behandelnden Stoffe einwirkenden mechanischen Kräfte zumindest einen erheblichen Teil der zur Verarbeitung dieser Stoffe erforderlichen Wärmeenergie liefern.

7. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die zu behandelnden Stoffe einwirkenden mechanischen Kräfte die gesamte zur Verarbeitung dieser Stoffe erforderliche Wärmeenergie liefern.

8. Verfahren nach Patentanspruch I und Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der variierbaren mechanischen Kräfte in Abhängigkeit von der Temperatur der zu behandelnden Stoffe am Ausgang des Extruders oder eines diesem nachgeschalteten Formwerkzeuges selbsttätig geregelt wird.

9. Verfahren nach Unteranspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der variierbaren Kräfte zusätzlich noch in Abhängigkeit des den Extruder durchziehenden Mengenstromes geregelt wird.

10. Verfahren nach Unteranspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der wirksamen variierbaren mechanischen Kräfte zumindest von der Temperatur der zu behandelnden Stoffe in einem dem Extruder nachgeschalteten Formwerkzeug abhängig ist und derart geregelt wird, dass bei den das Formwerkzeug als Fertigteile verlassenden Stoffen zumindest der Beginn der eine Vernetzung einleitenden Reaktionsanlaufphase bereits zu einem Zeitpunkt erreicht wird, in dem die Stoffe das Formwerkzeug noch nicht verlassen haben.

11. Verfahren nach Unteranspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der wirksamen variierbaren mechanischen Kräfte zumindest von der Temperatur der zu behandelnden Stoffe in einem dem Extruder nachgeschalteten Formwerkzeug abhängig ist und derart geregelt wird, dass die das Formwerkzeug als Fertigteil verlassenden Stoffe mit Ausnahme ihrer Oberfläche bereits im wesentlichen vernetzt sind.

12. Verfahren nach Unteranspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der variierbaren Kräfte derart geregelt wird, dass die zu behandelnden Stoffe ein dem Extruder nachgeschaltetes Formwerkzeug bereits im wesentlichen vernetzt durchlaufen und dort von einem an anderer Stelle erzeugten Mengenstrom unvernetzter oder unvernetzbarer Stoffe ummantelt werden.

13. Verfahren nach Patentanspruch I zur Verarbeitung plastischer Massen bei der Herstellung von Profilen und Hohlkörpern, dadurch gekennzeichnet, dass die Stoffe aus einer Zone intensiver Scherung (24) einem Förderelement, vorzugsweise einem Extruder (25), zugeführt werden (Fig. 8a und 8b), das den für die Beschickung eines Formwerkzeuges erforderlichen Druck aufbaut und damit die Förderung des Materials in das Formwerkzeug übernimmt.

14. Verfahren nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz des angetriebenen Teils der sich relativ zueinander bewegenden Wandteile so hoch gewählt wird, dass beim Ausbringen des Stoffes keine spürbaren Pulsationen auftreten, so dass eine Verwendung von Unterstanzgetrieben, besonders bei elektromotorischem Antrieb, entfallen kann.

PATENTANSPRUCH II

Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandteile, die die zu behandelnden Stoffe umgeben und sich relativ zueinander bewegen, sich zusammensetzen aus der Oberfläche einer Welle und einem die Welle in einem Abstand koaxial umgebenden Mantel.

UNTERANSPRÜCHE

15. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass Welle und Mantel zylindrisch ausgebildet sind.

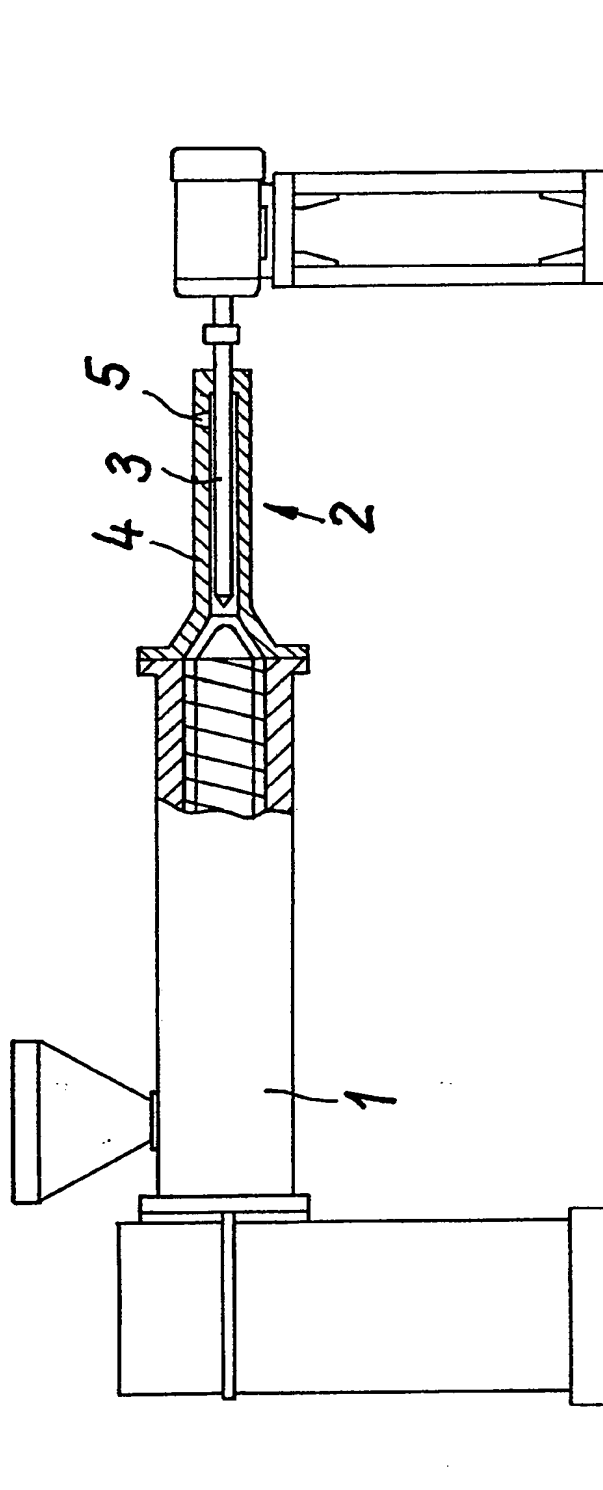
16. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass Welle und Mantel konisch ausgebildet sind.

17. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass Welle und/oder der die Welle umgebende Mantel rotierende und/oder in axialer Richtung oszillierende Bewegung bzw. Bewegungen ausführt bzw. ausführen.

18. Vorrichtung nach Patentanspruch II zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch I und Unteranspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Veränderung des Volumens des Aufbereitungsraumes für die zu behandelnden Stoffe in den Behandlungsraum verstellbar hineinragende Schieber vorgesehen sind.

19. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass ein der Aufbereitung dienender Anlagenteil eine Zone intensiver Scherung umfasst.

FIG. 1



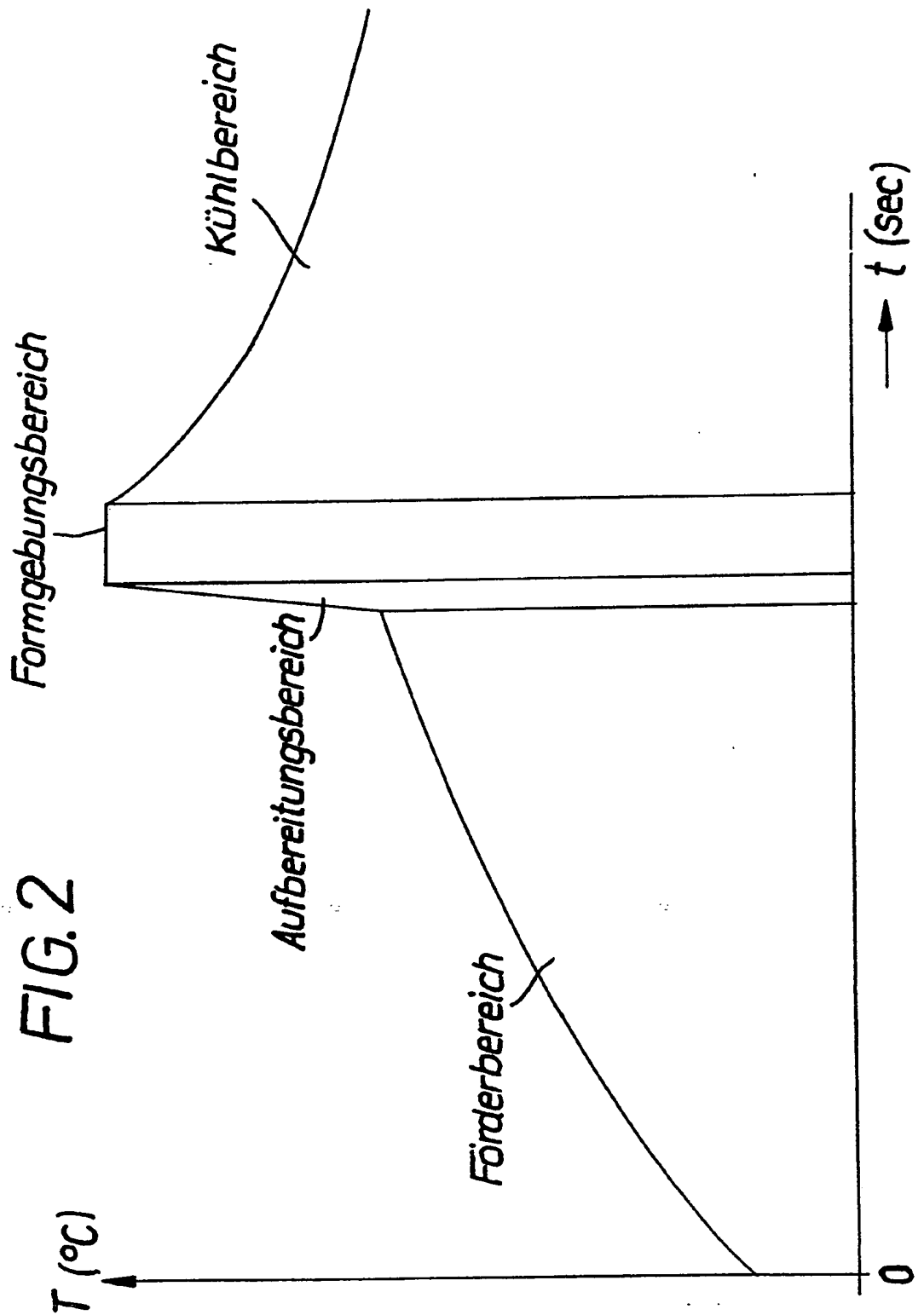


FIG. 3

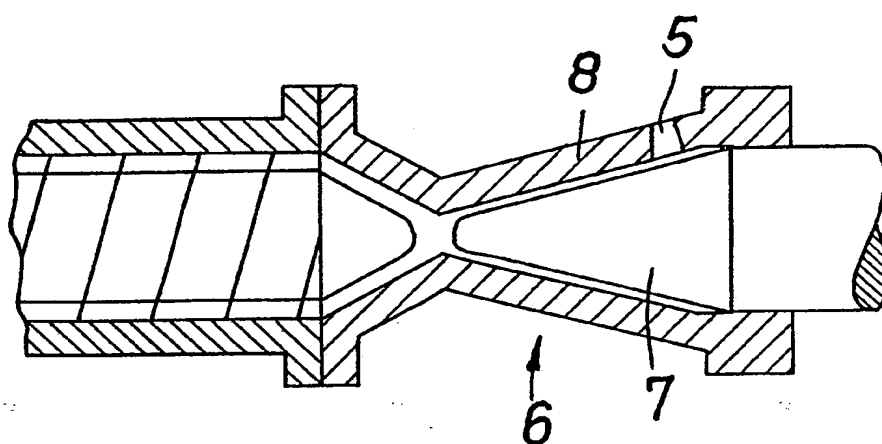


FIG. 4a

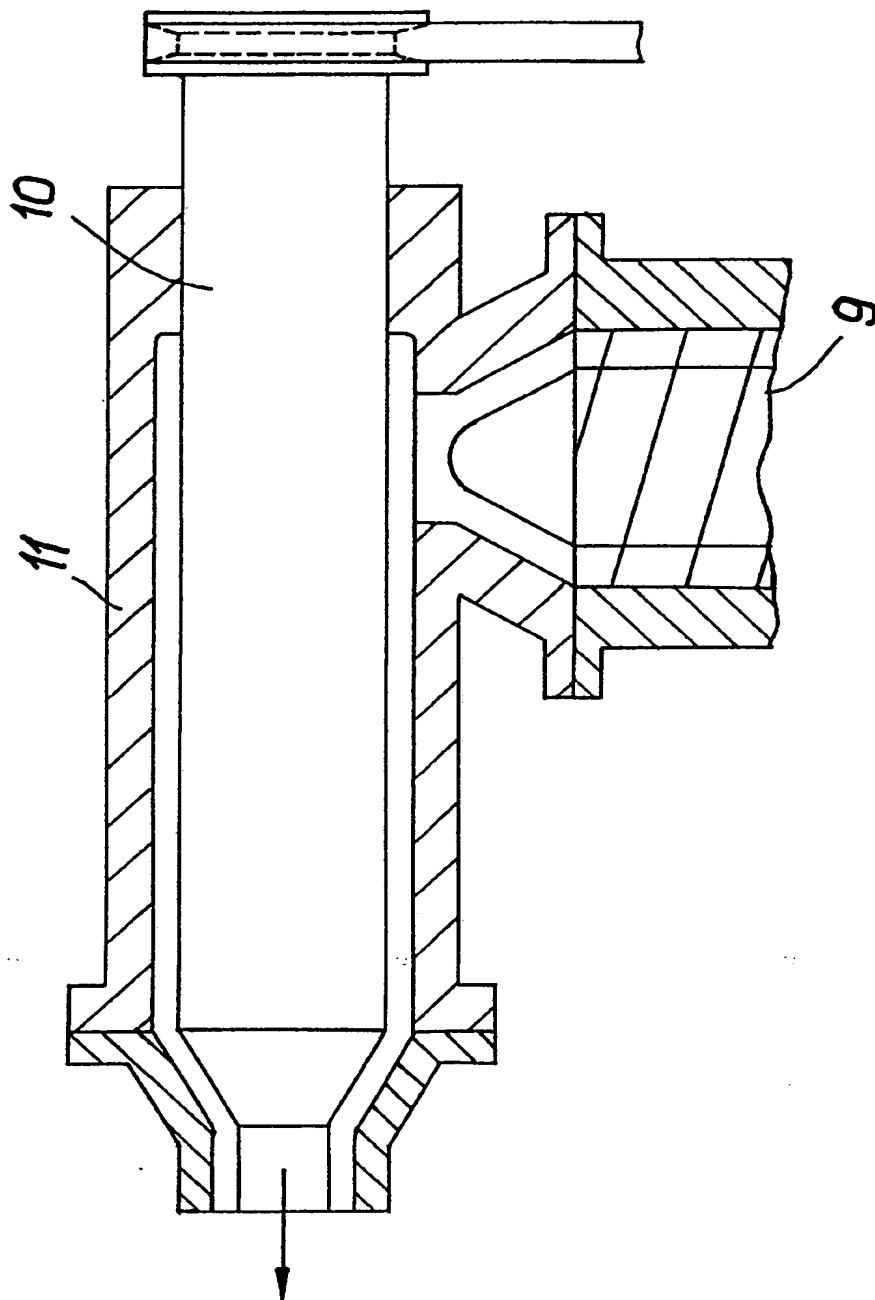


FIG. 4b

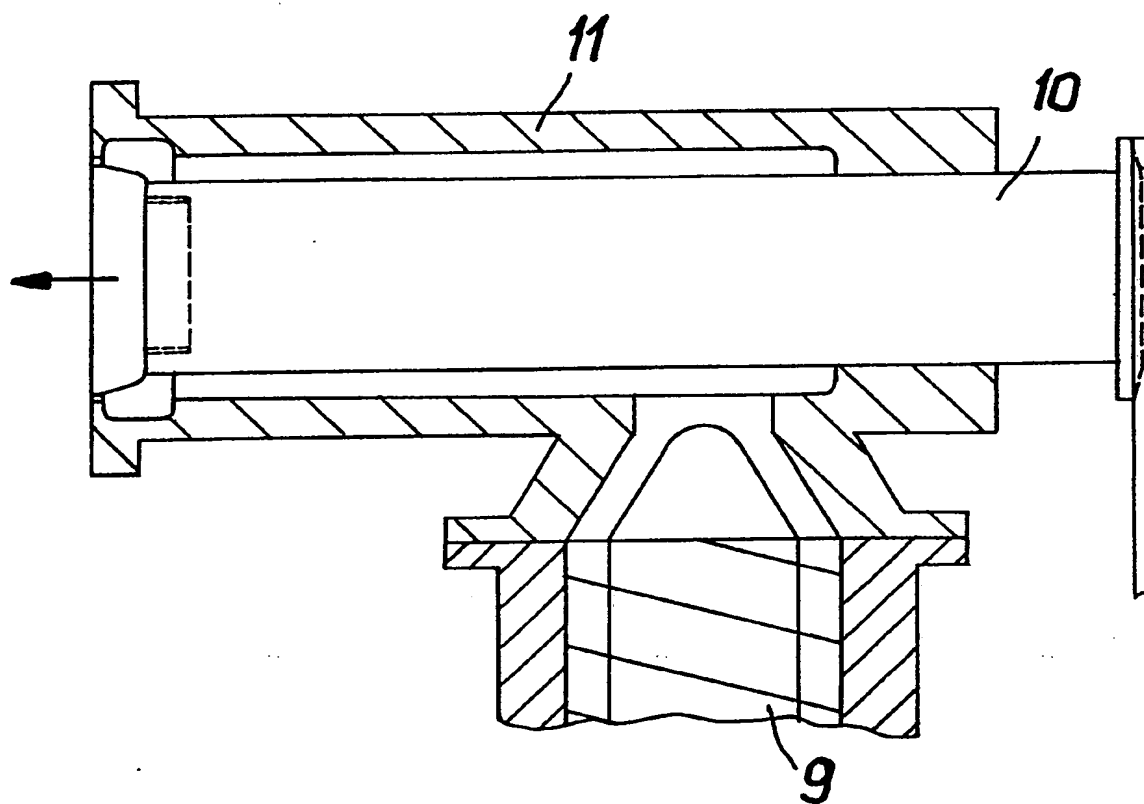


FIG. 5

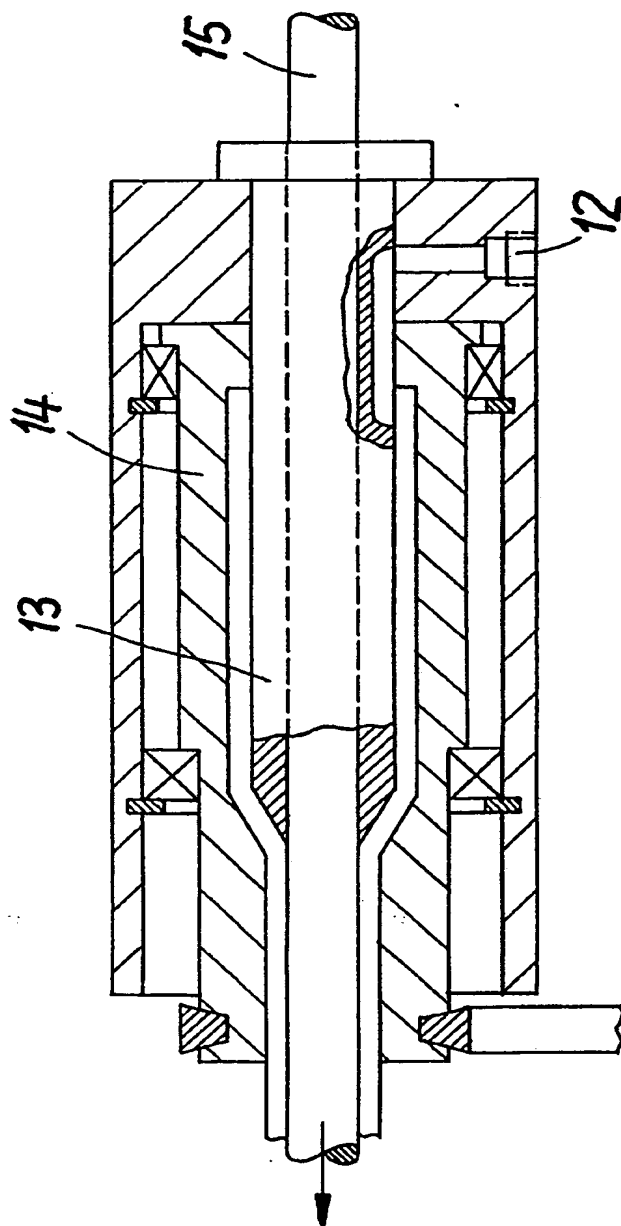


FIG. 6

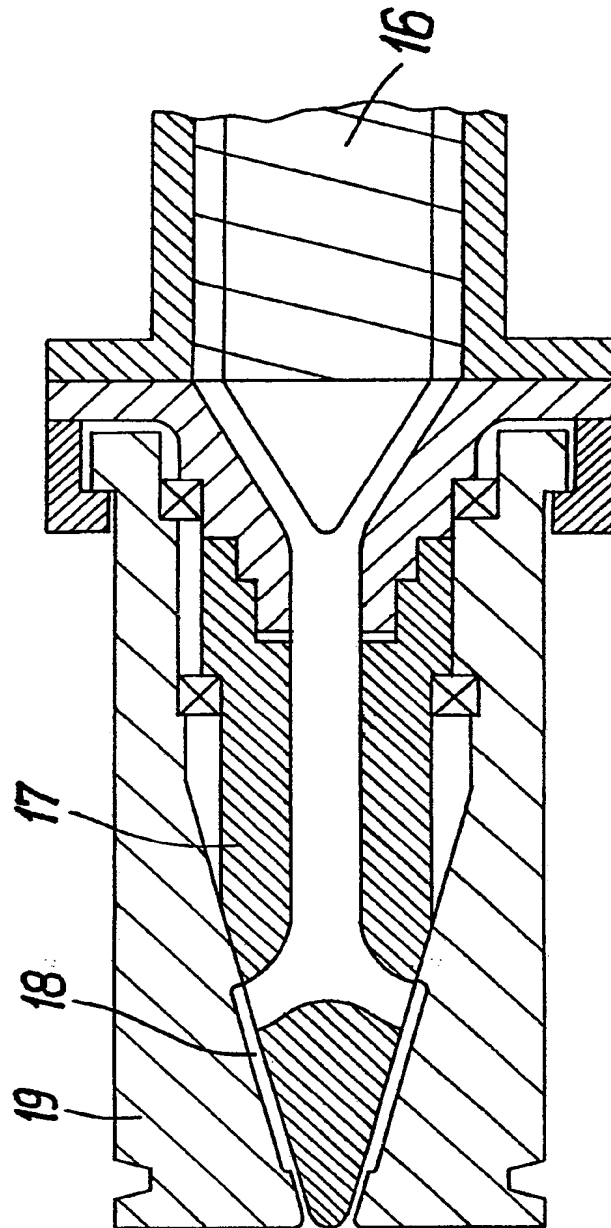


FIG. 7a

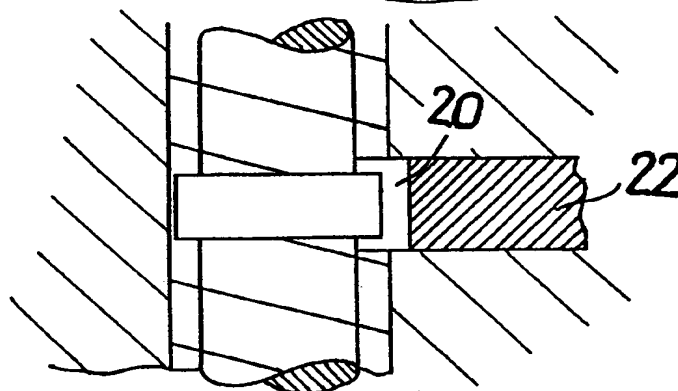
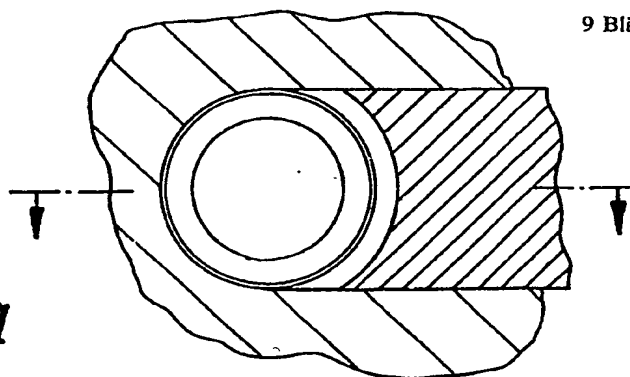


FIG. 7b

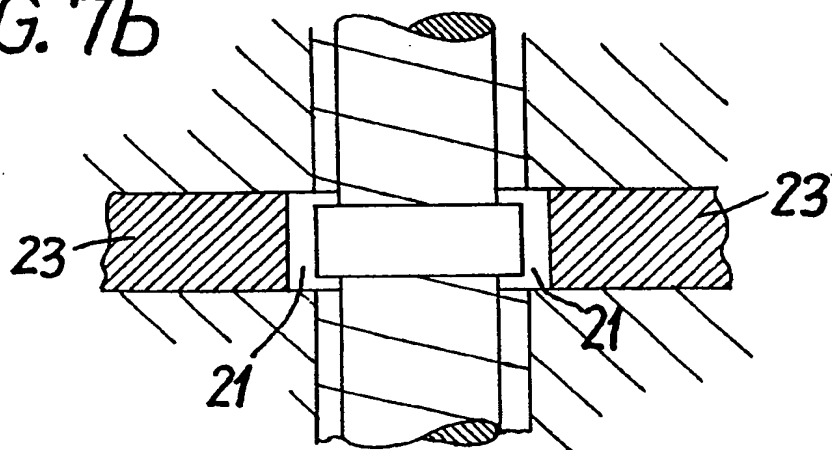
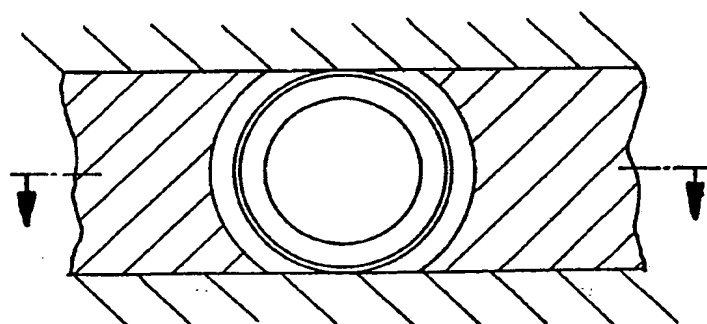


FIG. 8a

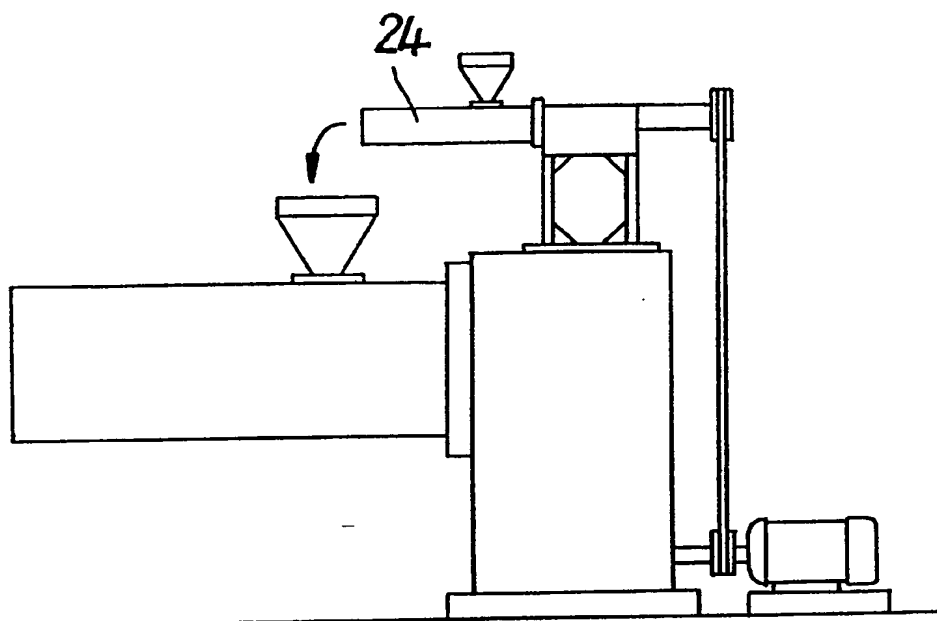


FIG. 8b

